

INOVAÇÃO DIDÁTICA E SUSTENTABILIDADE NO ENSINO DE QUÍMICA: TECNOLOGIAS DIGITAIS E CONTEXTUALIZAÇÃO DO COTIDIANO COMO ESTRATÉGIAS PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

**DIDACTIC INNOVATION AND SUSTAINABILITY IN CHEMISTRY TEACHING:
DIGITAL TECHNOLOGIES AND EVERYDAY CONTEXTUALIZATION AS
STRATEGIES FOR MEANINGFUL LEARNING**

Ciências Biológicas, Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas •

13/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/783481920](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/783481920)

Elisângela Xavier Moreira¹

Simone Resplandes Borges de Moraes²

Julianna Milhomem da Silva Gomes³

Laina Pires Rosa⁴

Lucas dos Santos Barbosa Marinho⁵

Ana Cláudia Quaresma da Silva⁶

Cleria Viana Peres Rocha⁷

Marcos Antonio Negreiros Dias⁸

RESUMO

O ensino de Química no Ensino Médio ainda enfrenta desafios relacionados à abstração dos conteúdos, à predominância de práticas pedagógicas tradicionais e ao distanciamento entre os conceitos científicos e a realidade dos estudantes. Nesse contexto, a integração entre inovação didática, tecnologias digitais, sustentabilidade e a relação da Química com o cotidiano apresenta-se como uma alternativa para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo, contextualizado e alinhado às demandas contemporâneas da educação. O problema que orientou este estudo foi compreender de que forma a articulação entre metodologias inovadoras, recursos tecnológicos e princípios da sustentabilidade pode contribuir para superar o desinteresse discente e as dificuldades de aprendizagem em Química. Assim, o objetivo foi analisar como a integração entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade contribui para a melhoria do ensino de Química no Ensino Médio, favorecendo a aprendizagem significativa e a formação de estudantes críticos, participativos e conscientes. Metodologicamente, trata-se de uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, realizada a partir de publicações científicas disponíveis em bases de dados online, considerando recorte temporal dos últimos dez anos. Foram analisados estudos sobre ensino de Química, tecnologias digitais, metodologias ativas, Química Verde, sustentabilidade, contextualização do conhecimento e competências previstas na Base Nacional Comum Curricular. Os resultados evidenciam que metodologias ativas, como o ensino investigativo, a aprendizagem baseada em problemas, a sala de aula invertida e a modelagem molecular, ampliam o protagonismo dos estudantes e favorecem a compreensão de conceitos abstratos. Verificou-se, ainda, que simuladores virtuais, vídeos, aplicativos e plataformas digitais

tornam as aulas mais dinâmicas, interativas e próximas da linguagem dos alunos. A discussão também demonstrou que a inserção da sustentabilidade e dos princípios da Química Verde possibilita relacionar os conteúdos escolares a questões ambientais, sociais e cotidianas, fortalecendo a formação cidadã. Conclui-se que a articulação entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade potencializa o ensino de Química, amplia a relevância da disciplina e contribui para uma aprendizagem mais crítica, contextualizada e significativa. Ressalta-se, por fim, a necessidade de formação continuada dos docentes e de atualização permanente das práticas pedagógicas, de modo a consolidar um ensino de Química mais eficaz, interdisciplinar e compatível com os desafios educacionais atuais.

Palavras-chave: Ensino de Química; tecnologias digitais; metodologias ativas; química verde; sustentabilidade.

ABSTRACT

Chemistry teaching in high school still faces challenges related to the abstract nature of its content, the predominance of traditional pedagogical practices, and the gap between scientific concepts and students' reality. In this context, the integration of didactic innovation, digital technologies, sustainability, and the relationship between Chemistry and everyday life emerges as an alternative to make the teaching-learning process more meaningful, contextualized, and aligned with contemporary educational demands. The problem guiding this study was to understand how the articulation among innovative methodologies, technological resources, and sustainability principles can contribute to overcoming students' lack of interest and learning difficulties in Chemistry. Thus, the objective was to analyze how the integration of didactic innovation, digital technologies, and sustainability contributes to

improving Chemistry teaching in high school, fostering meaningful learning and the development of critical, participatory, and conscious students. Methodologically, this study consists of a bibliographic review with a qualitative and descriptive approach, based on scientific publications available in online databases and considering a time frame of the last ten years. Studies on Chemistry teaching, digital technologies, active methodologies, Green Chemistry, sustainability, knowledge contextualization, and the competencies established by the Brazilian National Common Curricular Base were analyzed. The results show that active methodologies, such as inquiry-based teaching, problem-based learning, the flipped classroom, and molecular modeling, enhance student protagonism and favor the understanding of abstract concepts. It was also found that virtual simulators, videos, applications, and digital platforms make classes more dynamic, interactive, and closer to students' language. The discussion also demonstrated that the inclusion of sustainability and Green Chemistry principles makes it possible to connect school content with environmental, social, and everyday issues, thereby strengthening citizenship education. It is concluded that the articulation among didactic innovation, digital technologies, and sustainability enhances Chemistry teaching, broadens the relevance of the discipline, and contributes to more critical, contextualized, and meaningful learning. Finally, the need for continuing teacher education and the permanent updating of pedagogical practices is emphasized, in order to consolidate a more effective, interdisciplinary Chemistry teaching approach that is compatible with current educational challenges.

Keywords: Chemistry teaching; digital Technologies; active methodologies; Green Chemistry; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Química no Ensino Médio constitui um campo estratégico para a formação científica dos estudantes, pois possibilita a compreensão de fenômenos relacionados à matéria, às transformações químicas, ao ambiente, à saúde, à tecnologia e às práticas cotidianas (Chiu, 2021). Entretanto, apesar de sua relevância social e educacional, essa disciplina ainda é frequentemente percebida pelos alunos como complexa, abstrata e distante de sua realidade. Tal percepção decorre, em grande medida, da forma como os conteúdos são tradicionalmente trabalhados em sala de aula, com ênfase na memorização de fórmulas, nomenclaturas e conceitos, em detrimento da contextualização, da experimentação e da participação ativa dos estudantes (Gaudêncio, 2025).

Entre os principais desafios do ensino de Química, destacam-se a dificuldade de compreensão de conteúdos abstratos, como ligações químicas, estrutura molecular, interações intermoleculares, reações químicas e transformações da matéria. Esses conceitos exigem capacidades de visualização, interpretação e abstração que nem sempre são desenvolvidas adequadamente por meio de práticas pedagógicas expositivas e centradas no professor. Quando apresentados de maneira descontextualizada, tais conteúdos tendem a reforçar a ideia de que a Química é uma disciplina difícil, pouco atrativa e sem aplicação direta na vida cotidiana dos estudantes (Silva et al., 2017; Siqueira; Nunes, 2024).

Nesse contexto, o distanciamento entre o conhecimento químico escolar e as experiências vivenciadas pelos alunos contribui para o desinteresse, para a baixa participação nas aulas e para dificuldades de aprendizagem (Peña-Martínez et al., 2025). A permanência de

metodologias tradicionais, baseadas predominantemente na transmissão de conteúdos, limita o protagonismo discente e reduz as possibilidades de construção de uma aprendizagem significativa. Assim, torna-se necessário repensar as práticas pedagógicas no ensino de Química, incorporando estratégias que favoreçam a investigação, a resolução de problemas, a experimentação, a modelagem e o uso pedagógico das tecnologias digitais (Souza, 2021; Reis; Brito; Ruis, 2022).

As metodologias ativas e as tecnologias digitais apresentam-se como alternativas relevantes para tornar o ensino de Química mais dinâmico, interativo e contextualizado. Estratégias como ensino investigativo, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, experimentos de baixo custo e modelagem molecular favorecem a participação dos estudantes e contribuem para a compreensão de fenômenos que não podem ser observados diretamente. Do mesmo modo, recursos como simuladores virtuais, aplicativos, vídeos educativos, plataformas interativas e softwares de visualização molecular permitem representar conceitos abstratos de forma mais concreta, ampliando as possibilidades de aprendizagem (Leite, 2021; Nascimento; Leite, 2024; Pascoin; Carvalho, 2024).

Além da inovação didática e do uso de tecnologias, a inserção da sustentabilidade no ensino de Química constitui uma dimensão fundamental para a formação crítica e cidadã dos estudantes (Reyes, 2025). A abordagem da Química Verde permite discutir o uso responsável de substâncias químicas, a redução de resíduos, a prevenção da poluição, a segurança nos experimentos e a relação entre ciência, sociedade e ambiente. Ao articular os princípios da sustentabilidade aos conteúdos escolares, o ensino de Química deixa de se restringir ao domínio conceitual e passa a contribuir para

a compreensão de problemas contemporâneos, como degradação ambiental, consumo consciente, descarte de materiais, uso de produtos químicos e desenvolvimento sustentável (Sandri; Santin Filho, 2019; Pereira et al., 2024).

Essa perspectiva também se aproxima das orientações da Base Nacional Comum Curricular, que valoriza o desenvolvimento de competências, a contextualização do conhecimento, a interdisciplinaridade, o pensamento científico, crítico e criativo, bem como a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir na realidade de maneira ética e responsável. No campo das Ciências da Natureza, a Química deve ser trabalhada de forma articulada a situações concretas, possibilitando ao estudante relacionar os conteúdos escolares com problemas reais, práticas sociais, questões ambientais e desafios tecnológicos contemporâneos (Brasil, 2018; Lima; Fernandes, 2025).

Diante desse cenário, evidencia-se o seguinte problema de pesquisa: como a integração entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade pode contribuir para melhorar o ensino de Química no Ensino Médio, tornando-o mais significativo, contextualizado e alinhado às demandas educacionais contemporâneas?

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de superar as limitações do ensino tradicional de Química, especialmente no que se refere à abstração dos conteúdos, ao desinteresse dos estudantes e à fragilidade na articulação entre teoria e prática. Justifica-se, ainda, pela importância de investigar estratégias pedagógicas capazes de aproximar a Química do cotidiano dos alunos, promover maior engajamento, favorecer a aprendizagem significativa e contribuir para a formação de estudantes críticos, conscientes e

ambientalmente responsáveis. Nesse sentido, a integração entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade apresenta-se como uma possibilidade concreta para ressignificar o ensino de Química no Ensino Médio.

Assim, o objetivo deste artigo foi analisar como a integração entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade contribui para a melhoria do ensino de Química no Ensino Médio, favorecendo a aprendizagem significativa e a formação de estudantes críticos e conscientes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Ensino de Química e Suas Dificuldades

O ensino de Química no Ensino Médio constitui uma dimensão relevante da formação científica dos estudantes, pois possibilita compreender fenômenos relacionados à matéria, às transformações químicas, aos processos industriais, ambientais, biológicos e tecnológicos presentes na sociedade. No entanto, apesar de sua importância formativa, essa disciplina ainda é frequentemente associada à dificuldade, à abstração conceitual e ao distanciamento em relação ao cotidiano dos alunos. Tal percepção está relacionada, em grande parte, à permanência de práticas pedagógicas tradicionais, centradas na exposição oral do professor, na memorização de fórmulas e na reprodução mecânica de conceitos, o que limita a participação ativa dos estudantes e dificulta a construção de uma aprendizagem significativa (Alves et al., 2025).

A complexidade do ensino de Química decorre, também, da própria natureza dos conteúdos abordados. Muitos fenômenos químicos ocorrem em níveis microscópicos ou submicroscópicos, exigindo

dos estudantes capacidades de abstração, representação simbólica e articulação entre diferentes níveis de compreensão. Conceitos como ligações químicas, interações moleculares, estrutura da matéria, reações químicas e transformações energéticas não são diretamente observáveis, o que torna indispensável a mediação didática adequada para que o aluno consiga relacionar o fenômeno estudado com situações concretas (Steinert; Hardoim; Pinto, 2016).

Nesse sentido, quando esses conteúdos são apresentados de maneira descontextualizada, a Química tende a ser percebida como um conjunto de fórmulas, nomenclaturas e procedimentos sem aplicação prática. Essa ruptura entre o conhecimento escolar e a realidade vivenciada pelos estudantes reduz o interesse pela disciplina e fragiliza o engajamento nas atividades de aprendizagem. Nesse sentido, a ausência de articulação entre teoria, prática e cotidiano contribui para que o estudante não reconheça a relevância social, ambiental e tecnológica da Química, o que compromete sua motivação e sua participação no processo educativo (Souza, 2021).

Outro aspecto que intensifica as dificuldades de aprendizagem refere-se à linguagem própria da Química. A disciplina utiliza símbolos, equações, modelos, representações estruturais e terminologias específicas que demandam domínio progressivo e mediação pedagógica constante. Quando essa linguagem é trabalhada de forma excessivamente técnica, sem relação com exemplos concretos ou sem estratégias de visualização, pode gerar insegurança, ansiedade e rejeição por parte dos estudantes, especialmente daqueles que apresentam lacunas em conhecimentos prévios de Ciências e Matemática (Silva et al., 2017).

As consequências desse cenário refletem-se no desempenho escolar e na formação científica dos alunos. A aprendizagem baseada apenas na memorização tende a produzir conhecimento fragmentado, de curta duração e pouco aplicável à resolução de problemas. Isso compromete não apenas o domínio dos conteúdos químicos, mas também o desenvolvimento de competências essenciais, como pensamento crítico, argumentação científica, tomada de decisão e capacidade de interpretar fenômenos presentes na vida cotidiana e no ambiente social (Siqueira; Nunes, 2024).

Diante dessas limitações, a literatura aponta a necessidade de reorganizar as práticas pedagógicas no ensino de Química, substituindo abordagens exclusivamente transmissivas por estratégias que favoreçam a contextualização, a experimentação, a investigação e a participação ativa dos estudantes. A valorização de metodologias que aproximem os conteúdos químicos de situações reais permite ampliar o sentido da aprendizagem, tornando a disciplina mais acessível, dinâmica e relevante para a formação integral dos alunos (Santos; Lima; Vieira, 2023).

Portanto, as dificuldades no ensino de Química não podem ser atribuídas apenas à complexidade dos conteúdos, mas também às formas como esses conhecimentos são selecionados, mediados e relacionados à realidade dos estudantes. A superação desse quadro exige práticas didáticas que integrem conceitos científicos, experiências cotidianas, recursos tecnológicos e problemáticas socioambientais, de modo a favorecer uma aprendizagem mais significativa, crítica e contextualizada.

2.2. Inovação Didática no Ensino de Química

A inovação didática no ensino de Química apresenta-se como uma resposta às limitações das práticas pedagógicas tradicionais, especialmente aquelas centradas na exposição oral, na memorização de conteúdos e na reprodução mecânica de fórmulas, conceitos e nomenclaturas. No contexto do Ensino Médio, inovar didaticamente não significa apenas inserir novos recursos em sala de aula, mas reorganizar o processo de ensino-aprendizagem de modo que o estudante participe ativamente da construção do conhecimento. Nessa perspectiva, a inovação pedagógica pressupõe a articulação entre metodologias, tecnologias, experimentação, contextualização e problematização, favorecendo práticas mais interativas, investigativas e alinhadas às demandas educacionais contemporâneas (Sandri; Santin Filho, 2019).

No ensino de Química, essa necessidade torna-se ainda mais evidente em razão da natureza abstrata de muitos conteúdos, como estrutura atômica, ligações químicas, geometria molecular, interações intermoleculares, reações químicas e equilíbrio químico. Quando tais conceitos são trabalhados apenas de forma teórica e descontextualizada, os estudantes tendem a apresentar dificuldades de compreensão e baixo envolvimento com a disciplina. Assim, a inovação didática contribui para transformar o modo como os conteúdos são apresentados, possibilitando que o aluno relacione fenômenos químicos a situações concretas, problemas reais e experiências do cotidiano (Reis; Brito; Ruis, 2022).

Entre as principais estratégias associadas à inovação didática destacam-se as metodologias ativas, cujo princípio central é deslocar o aluno da posição de receptor passivo para a condição de sujeito protagonista da aprendizagem. Essas metodologias favorecem a participação, a autonomia, a colaboração e a resolução

de problemas, tornando o processo educativo mais significativo. No ensino de Química, práticas como ensino investigativo, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, aprendizagem por projetos, experimentação orientada e estudo de casos permitem aproximar os estudantes da lógica da investigação científica, estimulando a formulação de hipóteses, a análise de evidências e a construção de explicações fundamentadas (Reis; Brito; Ruis, 2022; Pereira et al., 2024).

O ensino investigativo constitui uma das abordagens mais relevantes para a inovação didática em Química, pois permite que os estudantes compreendam o conhecimento científico como resultado de processos de observação, questionamento, experimentação e interpretação. Ao propor situações-problema, o professor estimula os alunos a levantar hipóteses, testar possibilidades, comparar resultados e construir conclusões. Essa dinâmica contribui para superar a aprendizagem baseada na simples memorização, uma vez que o estudante passa a compreender os conceitos químicos a partir da análise de fenômenos e da resolução de desafios concretos (Reis; Brito; Ruis, 2022).

A Aprendizagem Baseada em Problemas, também conhecida como Problem-Based Learning, representa outra estratégia importante nesse processo. Nessa abordagem, o conteúdo é desenvolvido a partir de problemas contextualizados, geralmente relacionados a situações ambientais, tecnológicas, sociais ou cotidianas. No ensino de Química, essa metodologia pode ser aplicada, por exemplo, em discussões sobre poluição da água, descarte de resíduos, composição de alimentos, uso de medicamentos, combustíveis, produtos de limpeza e impactos ambientais de processos

industriais. Ao buscar soluções para esses problemas, os estudantes mobilizam conhecimentos químicos, desenvolvem pensamento crítico, exercitam a argumentação e fortalecem a autonomia intelectual (Pereira et al., 2024).

A sala de aula invertida também se destaca como possibilidade de inovação didática, especialmente quando associada ao uso de recursos digitais. Nessa estratégia, o contato inicial com determinados conteúdos ocorre previamente, por meio de vídeos, textos, simulações, podcasts ou materiais interativos, enquanto o tempo em sala de aula é destinado à discussão, resolução de problemas, experimentação e aprofundamento conceitual. Essa reorganização do tempo pedagógico favorece maior interação entre professor e alunos, amplia as possibilidades de acompanhamento das dificuldades individuais e torna a aula presencial mais produtiva e participativa (Pereira et al., 2024).

Além das metodologias ativas, a modelagem molecular configura-se como uma estratégia fundamental para o ensino de Química, especialmente por possibilitar a visualização de fenômenos que não podem ser observados diretamente. O uso de modelos físicos, kits moleculares, softwares de visualização tridimensional e aplicativos educacionais permite representar estruturas atômicas e moleculares, geometrias, polaridade, ligações químicas e interações intermoleculares. Essa representação concreta favorece a compreensão dos níveis microscópico e simbólico da Química, contribuindo para reduzir dificuldades associadas à abstração conceitual (Pascoin; Carvalho, 2024).

A experimentação, por sua vez, continua sendo uma das dimensões mais relevantes da inovação didática em Química, sobretudo

quando articulada à investigação e à contextualização. Experimentos de baixo custo, uso de materiais alternativos e práticas sustentáveis permitem aproximar os conteúdos da realidade escolar, especialmente em instituições com limitações estruturais ou ausência de laboratórios equipados. Tais práticas favorecem a participação discente, a observação de fenômenos, o levantamento de hipóteses e a construção de relações entre teoria e prática, fortalecendo a aprendizagem significativa (Lima; Fernandes, 2025).

Nesse contexto, a inovação didática também se relaciona à sustentabilidade e à Química Verde, uma vez que práticas experimentais podem ser planejadas com menor geração de resíduos, uso de substâncias menos tóxicas e aproveitamento de materiais acessíveis. Essa perspectiva amplia o papel formativo do ensino de Química, pois associa a aprendizagem de conceitos científicos ao desenvolvimento de atitudes responsáveis em relação ao meio ambiente, ao consumo e à segurança nas atividades experimentais. Assim, a inovação pedagógica não se limita à melhoria da aprendizagem conceitual, mas contribui para a formação crítica, ética e socioambiental dos estudantes (Sandri; Santin Filho, 2019; Pereira et al., 2024).

Entretanto, a adoção de práticas inovadoras exige planejamento pedagógico, intencionalidade didática e formação docente continuada. O uso de metodologias ativas, tecnologias digitais ou experimentos diferenciados não garante, por si só, a melhoria da aprendizagem. É necessário que tais estratégias estejam articuladas aos objetivos educacionais, às características dos estudantes, aos conteúdos curriculares e às condições reais da escola. Nesse sentido, o professor assume papel essencial como mediador do conhecimento, organizador das situações de aprendizagem e

orientador das interações entre os estudantes, os conteúdos e os recursos utilizados (Pascoin; Carvalho, 2024; Lima; Fernandes, 2025).

Portanto, a inovação didática no ensino de Química constitui um caminho relevante para tornar a disciplina mais acessível, atrativa e significativa. Ao integrar metodologias ativas, experimentação, modelagem molecular, tecnologias digitais, contextualização e sustentabilidade, o ensino passa a favorecer não apenas a compreensão dos conceitos químicos, mas também o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, autonomia, colaboração, argumentação científica e capacidade de resolver problemas. Dessa forma, a inovação didática contribui para ressignificar o papel da Química na formação dos estudantes, aproximando o conhecimento científico das demandas sociais, ambientais e tecnológicas da contemporaneidade.

2.3. Uso de Tecnologias Digitais, Sustentabilidade e Química Verde

O uso de tecnologias digitais no ensino de Química tem se consolidado como uma estratégia relevante para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, interativo e significativo. No contexto educacional contemporâneo, essas ferramentas ampliam as possibilidades de mediação pedagógica, especialmente diante de conteúdos que exigem elevado nível de abstração, como estrutura atômica, ligações químicas, geometria molecular, interações intermoleculares e transformações da matéria. Ao possibilitarem diferentes formas de representação dos fenômenos químicos, os recursos digitais contribuem para aproximar o estudante de conceitos que, muitas vezes, não podem ser

observados diretamente em sala de aula ou em laboratórios escolares convencionais (Leite, 2021).

Entre os recursos mais utilizados, destacam-se os simuladores virtuais, aplicativos educacionais, plataformas interativas, vídeos didáticos, softwares de modelagem molecular e ambientes virtuais de aprendizagem. Simuladores, como os utilizados para representar partículas, reações, equilíbrio químico, soluções e propriedades da matéria, permitem que os estudantes visualizem fenômenos microscópicos e testem hipóteses em ambientes seguros e controlados. Do mesmo modo, aplicativos de modelagem molecular favorecem a exploração de estruturas tridimensionais, contribuindo para a compreensão da organização espacial das moléculas, da polaridade, das ligações químicas e das interações entre átomos e compostos (Leite, 2021; Pascoin; Carvalho, 2024).

As tecnologias digitais também favorecem a autonomia discente, uma vez que permitem ao estudante acessar conteúdos em diferentes formatos, revisar conceitos, realizar atividades interativas e avançar em seu próprio ritmo de aprendizagem. Vídeos educativos, animações, podcasts, infográficos e plataformas digitais podem ser utilizados tanto como apoio à aula presencial quanto em propostas de ensino híbrido e sala de aula invertida. Nessa perspectiva, o contato prévio com os conteúdos por meio de recursos digitais possibilita que o tempo em sala seja direcionado à discussão, à experimentação, à resolução de problemas e ao aprofundamento conceitual (Nascimento; Leite, 2024).

Além de ampliarem o acesso ao conhecimento, essas ferramentas contribuem para o engajamento dos estudantes, pois dialogam com linguagens e práticas próprias da cultura digital. Ao utilizar recursos

mais próximos da realidade tecnológica dos alunos, o professor pode tornar a aula mais atrativa e favorecer maior participação nas atividades. Entretanto, é necessário ressaltar que a tecnologia não substitui a mediação docente. Seu uso pedagógico deve estar associado a objetivos claros, planejamento didático e estratégias que promovam reflexão, interação e construção do conhecimento, evitando que os recursos digitais sejam empregados apenas como instrumentos de exposição ou entretenimento (Gaudêncio, 2025).

Nesse sentido, as tecnologias digitais devem ser compreendidas como instrumentos mediadores da aprendizagem e não como solução isolada para os problemas do ensino de Química. Quando utilizadas de forma intencional, elas potencializam metodologias ativas, favorecem a visualização de fenômenos abstratos e permitem diversificar as formas de ensinar e aprender. No entanto, sua eficácia depende da articulação com práticas pedagógicas contextualizadas, da formação docente e das condições estruturais das escolas, especialmente no que se refere ao acesso a equipamentos, conectividade e materiais digitais de qualidade (Souza, 2021; Siqueira; Nunes, 2024).

Paralelamente ao uso de tecnologias digitais, a inserção da sustentabilidade no ensino de Química representa uma dimensão essencial para a formação crítica e cidadã dos estudantes. A sustentabilidade, compreendida como a busca pelo equilíbrio entre desenvolvimento social, responsabilidade ambiental e uso consciente dos recursos naturais, pode ser articulada aos conteúdos químicos de modo a promover reflexões sobre consumo, resíduos, poluição, saúde, energia, produção industrial e impactos ambientais. Dessa forma, o ensino de Química deixa de se limitar à abordagem

conceitual e passa a contribuir para a compreensão de problemas reais da sociedade contemporânea (Alves et al., 2025).

A Química Verde insere-se nesse debate ao propor princípios voltados à prevenção da poluição, à redução da geração de resíduos, ao uso de substâncias menos tóxicas, à eficiência energética, ao aproveitamento de matérias-primas renováveis e ao desenvolvimento de processos químicos mais seguros e sustentáveis. No campo educacional, esses princípios podem orientar práticas pedagógicas que aproximem os conteúdos escolares de questões ambientais e sociais, possibilitando que os estudantes compreendam a responsabilidade da ciência e da tecnologia na construção de alternativas mais sustentáveis (Sandri; Santin Filho, 2019; Pereira et al., 2024).

A aplicação da Química Verde no Ensino Médio pode ocorrer por meio de experimentos de baixo custo, uso de materiais alternativos, redução de reagentes perigosos, reaproveitamento de substâncias e discussão crítica sobre produtos presentes no cotidiano. Atividades como a utilização de indicadores naturais, a exemplo do repolho roxo para identificação de acidez e basicidade, a análise de produtos de limpeza, a investigação da composição de alimentos e o estudo da biodegradação de corantes permitem relacionar teoria e prática de forma segura, acessível e contextualizada. Essas propostas favorecem a aprendizagem significativa e contribuem para a formação de atitudes ambientalmente responsáveis (Steinert; Hardoim; Pinto, 2016; Santos; Lima; Vieira, 2023).

A experimentação sustentável também se destaca como alternativa para escolas que possuem limitações estruturais ou ausência de laboratórios equipados. O uso de materiais simples e acessíveis

permite democratizar o acesso às práticas experimentais, sem comprometer a segurança e a qualidade pedagógica das atividades. Além disso, quando os experimentos são planejados com base em situações do cotidiano, os estudantes passam a reconhecer a presença da Química em sua realidade, ampliando o interesse pela disciplina e a compreensão de sua relevância social, ambiental e tecnológica (Lima; Fernandes, 2025).

A articulação entre tecnologias digitais, sustentabilidade e Química Verde pode fortalecer ainda mais o ensino de Química. Simulações digitais podem ser utilizadas para representar processos químicos sustentáveis, avaliar impactos ambientais, demonstrar reações sem o uso direto de substâncias perigosas e comparar práticas convencionais com alternativas ambientalmente responsáveis. Dessa forma, os recursos tecnológicos não apenas facilitam a visualização de conceitos abstratos, mas também possibilitam problematizar temas contemporâneos, como descarte de resíduos, poluição, consumo consciente, segurança química e desenvolvimento sustentável (Leite, 2021; Alves et al., 2025).

Portanto, a integração entre tecnologias digitais, sustentabilidade e Química Verde contribui para ressignificar o ensino de Química no Ensino Médio. Essa abordagem favorece a compreensão de conteúdos complexos, amplia o engajamento dos estudantes, aproxima a disciplina do cotidiano e fortalece a formação crítica e socioambiental. Ao articular recursos digitais, metodologias inovadoras e princípios sustentáveis, o professor pode promover uma aprendizagem mais contextualizada, interdisciplinar e alinhada às demandas educacionais contemporâneas, preparando os estudantes para compreender e atuar de forma responsável diante

dos desafios científicos, tecnológicos e ambientais da sociedade atual.

2.4. Relação da Química com o Cotidiano

A relação da Química com o cotidiano constitui um dos caminhos mais relevantes para tornar o ensino dessa disciplina mais compreensível, significativo e socialmente contextualizado no Ensino Médio. Embora muitos estudantes associem a Química a fórmulas, símbolos, nomenclaturas e cálculos, seus conceitos estão presentes em diversas situações da vida diária, como na alimentação, na higienização, no uso de medicamentos, na conservação de alimentos, no tratamento da água, na produção de energia, nos cosméticos, nos combustíveis e nos impactos ambientais decorrentes das atividades humanas. Quando essas relações são explicitadas em sala de aula, os conteúdos deixam de ser percebidos como abstratos e distantes, passando a assumir sentido prático e formativo para os estudantes (Silva et al., 2017).

A contextualização dos conteúdos químicos desempenha papel central no processo de ensino-aprendizagem, pois permite articular o conhecimento científico às experiências concretas dos alunos. Ao relacionar conceitos como acidez e basicidade, reações químicas, solubilidade, oxidação, fermentação, combustão e propriedades das substâncias a situações cotidianas, o professor favorece a compreensão dos fenômenos e amplia a percepção da utilidade social da Química. Dessa forma, o estudante passa a reconhecer que a disciplina não se restringe ao ambiente escolar ou laboratorial, mas está diretamente relacionada às escolhas, práticas e problemas vivenciados na sociedade (Siqueira; Nunes, 2024).

Essa aproximação entre Química e cotidiano contribui para superar a aprendizagem mecânica, baseada apenas na memorização de fórmulas e definições. Quando os conteúdos são trabalhados a partir de situações reais, o aluno é estimulado a interpretar fenômenos, formular explicações, comparar informações e aplicar conceitos em diferentes contextos. Assim, a contextualização favorece a aprendizagem significativa, uma vez que possibilita a conexão entre novos conhecimentos e saberes previamente construídos pelos estudantes em suas experiências pessoais, familiares e sociais (Souza, 2021).

No ensino de Química, exemplos cotidianos podem ser utilizados como ponto de partida para a problematização dos conteúdos. A fermentação de alimentos, por exemplo, permite discutir transformações químicas e ação de microrganismos; o uso de detergentes possibilita abordar polaridade, tensão superficial e remoção de gorduras; medicamentos podem ser relacionados à presença de princípios ativos, concentração e dosagem; e produtos de limpeza permitem discutir pH, segurança química, toxicidade e impactos ambientais. Tais abordagens tornam a aula mais próxima da realidade dos estudantes e favorecem maior interesse, participação e compreensão conceitual (Silva et al., 2017; Santos; Lima; Vieira, 2023).

A integração entre cotidiano, metodologias inovadoras e tecnologias digitais amplia ainda mais as possibilidades pedagógicas no ensino de Química. Recursos como vídeos, animações, simuladores, aplicativos e plataformas interativas podem ser utilizados para representar fenômenos presentes na vida diária, facilitando a visualização de processos microscópicos e a compreensão de relações entre teoria e prática. Do mesmo modo, atividades

investigativas e experimentais baseadas em materiais de uso comum, como alimentos, produtos domésticos, indicadores naturais e substâncias presentes no ambiente escolar, favorecem o protagonismo discente e tornam o processo educativo mais participativo (Reis; Brito; Ruis, 2022; Santos; Lima; Vieira, 2023).

Nesse contexto, a experimentação de baixo custo assume papel relevante, especialmente em escolas que não dispõem de laboratórios completos ou equipamentos sofisticados. Atividades com materiais acessíveis permitem demonstrar fenômenos químicos de forma segura, simples e contextualizada, sem perder o rigor pedagógico. A produção de indicadores naturais, a análise de acidez em substâncias domésticas, a observação de reações de oxirredução e o estudo da biodegradação de corantes são exemplos de práticas que aproximam os conteúdos da realidade dos alunos e contribuem para a articulação entre conhecimento científico, cotidiano e sustentabilidade (Lima; Fernandes, 2025; Santos; Lima; Vieira, 2023).

A sustentabilidade também ocupa posição central na relação entre Química e cotidiano, pois permite discutir os impactos das substâncias químicas sobre o ambiente, a saúde humana e a qualidade de vida. A partir dessa abordagem, os estudantes podem refletir sobre o uso consciente de produtos químicos, o descarte adequado de resíduos, a poluição da água e do solo, o consumo responsável, a segurança no manuseio de substâncias e a necessidade de práticas produtivas menos agressivas ao meio ambiente. Essa perspectiva aproxima o ensino dos princípios da Química Verde, que propõe reduzir riscos, minimizar resíduos e promover processos químicos mais seguros e sustentáveis (Sandri; Santin Filho, 2019; Pereira et al., 2024).

Ao relacionar Química, cotidiano e sustentabilidade, o professor contribui para a formação de estudantes capazes de compreender problemas socioambientais e tomar decisões fundamentadas no conhecimento científico. Essa dimensão formativa é essencial no Ensino Médio, pois favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação, da responsabilidade social e da consciência ambiental. Assim, o ensino de Química passa a cumprir uma função que ultrapassa a aprendizagem de conteúdos específicos, contribuindo para a formação cidadã e para a compreensão crítica das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Sandri; Santin Filho, 2019; Reis; Brito; Ruis, 2022).

Dessa forma, a contextualização da Química com o cotidiano representa uma estratégia indispensável para tornar a disciplina mais atrativa, acessível e relevante. Ao conectar conteúdos químicos a situações reais, tecnologias digitais, práticas experimentais, sustentabilidade e problemáticas sociais, o ensino favorece uma aprendizagem mais significativa e crítica. Essa integração permite que os estudantes compreendam a presença da Química em sua vida diária e reconheçam seu papel na interpretação e transformação da realidade, fortalecendo a formação integral e o desenvolvimento de competências necessárias para atuar de maneira responsável no mundo contemporâneo.

2.5. BNCC e o Ensino de Química

A Base Nacional Comum Curricular constitui um documento normativo que orienta a organização da Educação Básica no Brasil, definindo competências e habilidades essenciais ao desenvolvimento integral dos estudantes. No campo das Ciências da

Natureza e suas Tecnologias, a BNCC propõe uma abordagem que ultrapassa a simples transmissão de conteúdos conceituais, valorizando a contextualização, a interdisciplinaridade, a investigação científica, a argumentação baseada em evidências e a resolução de problemas. No ensino de Química, essa orientação implica repensar práticas pedagógicas ainda centradas na memorização, de modo a favorecer a construção de conhecimentos articulados à realidade social, ambiental, tecnológica e cotidiana dos alunos (Brasil, 2018; Pereira et al., 2024).

No contexto do Ensino Médio, a Química deve contribuir para que os estudantes compreendam fenômenos relacionados à matéria, às transformações químicas, à energia, aos materiais, ao ambiente, à saúde e às tecnologias presentes na sociedade. Essa perspectiva está alinhada à proposta da BNCC de desenvolver competências que permitam ao estudante analisar situações reais, interpretar dados, formular hipóteses, argumentar cientificamente e tomar decisões fundamentadas. Assim, o ensino de Química deixa de ser compreendido apenas como um conjunto de fórmulas, nomenclaturas e procedimentos laboratoriais, passando a assumir uma função formativa mais ampla, relacionada ao desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo (Pascoin; Carvalho, 2024).

Entre as competências gerais da BNCC, destacam-se aquelas voltadas ao exercício da curiosidade intelectual, à investigação, à resolução de problemas, à comunicação, à cultura digital, à responsabilidade socioambiental e à atuação ética na sociedade. No ensino de Química, tais competências podem ser desenvolvidas por meio de práticas pedagógicas que envolvam experimentação, análise de fenômenos cotidianos, uso de tecnologias digitais, discussão de problemas ambientais e proposição de soluções para

situações concretas. Dessa forma, o estudante passa a ocupar uma posição mais ativa no processo de aprendizagem, construindo conhecimentos a partir da observação, da problematização e da interpretação de evidências (Nascimento; Leite, 2024; Gaudêncio, 2025).

A contextualização é um dos princípios fundamentais para aproximar o ensino de Química das orientações da BNCC. Ao relacionar os conteúdos escolares com situações presentes no cotidiano dos estudantes, como alimentação, medicamentos, produtos de limpeza, combustíveis, tratamento da água, descarte de resíduos e poluição ambiental, o professor amplia o sentido social da aprendizagem. Essa abordagem permite que os conceitos químicos sejam compreendidos não apenas em sua dimensão teórica, mas também em suas implicações práticas, favorecendo maior interesse, participação e compreensão dos alunos (Lima; Fernandes, 2025).

A interdisciplinaridade também ocupa papel relevante na organização curricular proposta pela BNCC. A Química, por integrar a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, deve dialogar com a Biologia, a Física, a Matemática, a Geografia, a Educação Ambiental e outros campos do conhecimento. Essa articulação favorece a compreensão de fenômenos complexos, como mudanças climáticas, contaminação da água e do solo, produção de energia, uso de materiais, saúde humana e sustentabilidade. Ao trabalhar esses temas de forma integrada, o ensino de Química contribui para a formação de uma visão mais crítica, sistêmica e contextualizada da realidade (Pereira et al., 2024; Alves et al., 2025).

Outro aspecto importante refere-se à valorização da cultura digital, prevista entre as competências gerais da BNCC. No ensino de

Química, o uso pedagógico de simuladores, vídeos, aplicativos, plataformas digitais, softwares de modelagem molecular e ambientes virtuais de aprendizagem pode favorecer a compreensão de fenômenos abstratos e ampliar as possibilidades de investigação. Esses recursos permitem representar estruturas moleculares, reações químicas, propriedades da matéria e processos microscópicos que dificilmente seriam visualizados apenas por meio da exposição oral ou do livro didático. Contudo, sua utilização deve estar vinculada a objetivos pedagógicos claros e à mediação docente, para que contribua efetivamente para a aprendizagem (Leite, 2021; Pascoin; Carvalho, 2024).

A BNCC também reforça a importância da formação de estudantes capazes de agir com responsabilidade, autonomia e consciência socioambiental. Nesse sentido, a inserção da sustentabilidade e da Química Verde no ensino de Química possibilita discutir temas como redução de resíduos, uso de substâncias menos tóxicas, consumo consciente, segurança química, poluição, preservação ambiental e desenvolvimento sustentável. Essas discussões aproximam os conteúdos curriculares dos desafios contemporâneos e contribuem para que os estudantes compreendam o papel da ciência na busca por soluções socialmente responsáveis e ambientalmente sustentáveis (Sandri; Santin Filho, 2019; Pereira et al., 2024).

A articulação entre BNCC, tecnologias digitais, metodologias ativas e sustentabilidade favorece uma prática pedagógica mais coerente com as necessidades da educação contemporânea. Estratégias como ensino investigativo, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, experimentos de baixo custo e estudos de caso permitem desenvolver competências científicas e

socioemocionais, como autonomia, colaboração, pensamento crítico, comunicação e tomada de decisão. Essas práticas aproximam o ensino de Química de situações reais e tornam o estudante protagonista da própria aprendizagem (Reis; Brito; Ruis, 2022; Nascimento; Leite, 2024).

Entretanto, a efetivação das orientações da BNCC no ensino de Química exige condições pedagógicas, estruturais e formativas adequadas. A adoção de metodologias inovadoras, tecnologias digitais e abordagens contextualizadas demanda planejamento, formação continuada dos professores, acesso a recursos didáticos e reorganização das práticas escolares. Sem esse suporte, há o risco de que as competências previstas no currículo permaneçam apenas como diretrizes formais, sem impacto efetivo na aprendizagem dos estudantes (Gaudêncio, 2025; Alves et al., 2025).

Logo, a BNCC contribui para orientar um ensino de Química mais significativo, interdisciplinar, investigativo e conectado às demandas sociais, ambientais e tecnológicas da atualidade. Ao valorizar competências, contextualização, cultura digital, sustentabilidade e formação cidadã, o documento fortalece a necessidade de práticas pedagógicas que aproximem o conhecimento químico da realidade dos estudantes. Dessa forma, o ensino de Química pode contribuir não apenas para o domínio de conceitos científicos, mas também para a formação de sujeitos críticos, conscientes e capazes de atuar de maneira ética e responsável na sociedade.

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, desenvolvida por

meio de revisão bibliográfica. A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de analisar, interpretar e sistematizar produções acadêmicas e científicas relacionadas à inovação didática, ao uso de tecnologias digitais, à sustentabilidade, à Química Verde e à contextualização do ensino de Química no Ensino Médio.

A revisão bibliográfica foi adotada por possibilitar o levantamento e a discussão de conhecimentos já produzidos sobre o tema, permitindo identificar fundamentos teóricos, tendências, contribuições e lacunas presentes na literatura. Dessa forma, a pesquisa buscou compreender como diferentes estudos abordam a integração entre metodologias inovadoras, recursos tecnológicos e sustentabilidade como estratégias para tornar o ensino de Química mais significativo, contextualizado e alinhado às demandas contemporâneas da educação.

O levantamento dos materiais foi realizado em bases de dados online, como Google Acadêmico, Periódicos CAPES, SciELO, revistas científicas especializadas e bibliotecas digitais. Foram utilizados os seguintes descritores: “ensino de Química”, “tecnologias digitais”, “metodologias ativas”, “Química Verde”, “sustentabilidade”, “aprendizagem significativa”, “ensino investigativo”, “modelagem molecular” e “Base Nacional Comum Curricular”. Também foram considerados os respectivos termos em inglês, quando necessário, a fim de ampliar o alcance da busca e contemplar produções nacionais e internacionais.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos, livros, dissertações e documentos oficiais publicados, preferencialmente, nos últimos dez anos, que apresentassem relação direta com o ensino de Química no Ensino Médio,

metodologias ativas, tecnologias educacionais, sustentabilidade, Química Verde, contextualização do conhecimento e competências previstas na Base Nacional Comum Curricular. Foram excluídos resumos simples, textos incompletos, materiais sem autoria definida, publicações sem fundamentação científica consistente e estudos que não apresentassem relação direta com a temática investigada.

Após o levantamento inicial, os materiais foram submetidos a uma leitura exploratória, com o objetivo de verificar sua pertinência em relação ao problema e aos objetivos da pesquisa. Em seguida, realizou-se uma leitura seletiva e analítica, buscando identificar os principais argumentos, conceitos, resultados e contribuições de cada estudo. Esse procedimento permitiu organizar o corpus da pesquisa e selecionar as produções mais relevantes para a construção da fundamentação teórica e da discussão dos resultados.

Para o tratamento e interpretação dos dados bibliográficos, utilizou-se a Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016). Essa técnica foi escolhida por permitir a organização sistemática das informações, a identificação de núcleos de sentido e a construção de categorias temáticas a partir dos conteúdos analisados. Segundo Bardin, a análise de conteúdo compreende um conjunto de procedimentos voltados à descrição e interpretação das mensagens, possibilitando inferências sobre os significados presentes nos textos.

Tabela 1. Categorização do corpus bibliográfico segundo a Análise de Conteúdo de Bardin

Categoria temática	Unidade de registro	Referências analisadas	Contribuições para a análise	Inferências segundo Bardin
---------------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

Dificuldades no ensino de Química	Abstração dos conteúdos, desinteresse e discente, ensino tradicional e memorização	Gaudêncio (2025); Silva et al. (2017); Siqueira e Nunes (2024); Souza (2021)	Os estudos apontam que a Química ainda é frequentemente ensinada de forma descontextualizada, com predominância de práticas expositivas e foco na memorização. Essa abordagem dificulta a compreensão de conceitos abstratos, como ligações químicas, estrutura molecular e reações químicas.	A recorrência desses elementos indica que a dificuldade de aprendizagem em Química não decorre apenas da complexidade dos conteúdos, mas também da inadequação de práticas pedagógicas tradicionais frente às demandas dos estudantes contemporâneos.
Inovação didática e metodologias ativas	Protagonismo discente, ensino investigativo, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida e modelagem molecular	Reis, Brito e Ruis (2022); Nascimento e Leite (2024); Lima e Fernandes (2025); Pascoin e Carvalho (2024)	As referências demonstram que metodologias ativas favorecem a participação dos estudantes, estimulam a investigação, a resolução de problemas e a construção	A análise evidencia que a inovação didática atua como eixo de superação do ensino transmissivo, promovendo maior engajamento, autonomia e aprendizagem

			autônoma do conhecimento. A modelagem molecular contribui para tornar visíveis fenômenos abstratos.	significativa no ensino de Química.
Tecnologias digitais no ensino de Química	Simuladores, aplicativos, vídeos, plataformas digitais, softwares educacionais e visualização molecular	Leite (2021); Gaudêncio (2025); Pascoin e Carvalho (2024); Souza (2021); Siqueira e Nunes (2024); Steinert, Hardoim e Pinto (2016)	Os estudos indicam que as tecnologias digitais ampliam as possibilidades didáticas, favorecendo a visualização de fenômenos microscópicos, a interação com conteúdos químicos e a aproximação entre linguagem científica e cultura digital dos estudantes.	As tecnologias digitais aparecem como instrumentos mediadores da aprendizagem, potencializando a compreensão de conceitos abstratos e tornando o ensino mais dinâmico, interativo e contextualizado.
Sustentabilidade e Química Verde	Redução de resíduos, experimentos sustentáveis, substâncias menos tóxicas,	Alves et al. (2025); Pereira et al. (2024); Sandri e Santin Filho (2019); Santos,	As obras analisadas destacam a importância da Química Verde como abordagem educativa para	A presença da sustentabilidade no ensino de Química amplia a função formativa da

	consciência ambiental e responsabilidade social	Lima e Vieira (2023)	relacionar conteúdos químicos a questões ambientais, consumo consciente, segurança experimental e desenvolvimento sustentável.	disciplina, deslocando-a de uma perspectiva meramente conceitual para uma formação crítica, ética e socioambiental.
Experimentação e práticas de baixo custo	Indicadores naturais, materiais alternativos, experimentos acessíveis e atividades contextualizadas	Silva et al. (2017); Lima e Fernandes (2025); Santos, Lima e Vieira (2023); Steinert, Hardoim e Pinto (2016)	As referências evidenciam que experimentos simples, acessíveis e sustentáveis possibilitam a aproximação entre teoria e prática, além de favorecerem maior participação dos estudantes em sala de aula.	A experimentação de baixo custo constitui estratégia pedagógica relevante para democratizar o ensino de Química, especialmente em escolas com limitações estruturais e laboratoriais.
Contextualização da Química com o cotidiano	Alimentação, produtos de limpeza, medicamentos, meio ambiente, saúde e práticas sociais	Silva et al. (2017); Santos, Lima e Vieira (2023); Sandri e Santin Filho (2019); Reis,	Os estudos demonstram que a relação entre conteúdos químicos e situações cotidianas favorece a atribuição de	A contextualização emerge como elemento central para a aprendizagem significativa, pois permite

		Brito e Ruis (2022)	sentido ao conhecimento escolar, reduzindo a percepção de distanciamento entre a disciplina e a vida dos alunos.	que o estudante reconheça a presença da Química em sua realidade e desenvolva maior interesse pela disciplina.
BNCC e formação crítica	Competências, interdisciplinaridade, pensamento científico, resolução de problemas e cidadania	Nascimento e Leite (2024); Pereira et al. (2024); Lima e Fernandes (2025); Gaudêncio (2025)	As referências dialogam com as competências previstas na BNCC ao defenderem práticas pedagógicas contextualizadas, interdisciplinares e voltadas ao desenvolvimento do pensamento crítico e científico.	A articulação entre ensino de Química, BNCC, sustentabilidade e tecnologias digitais contribui para uma formação integral, preparando estudantes para compreender e intervir em problemas sociais, ambientais e tecnológicos.
Integração entre inovação, tecnologia e sustentabilidade	Ensino significativo, aprendizagem ativa, consciência ambiental e atualização pedagógica	Alves et al. (2025); Gaudêncio (2025); Nascimento e Leite (2024); Leite (2021);	O conjunto das referências indica que a integração entre inovação didática, tecnologias	A análise permite inferir que a tríade inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilid

		Pereira et al. (2024)	digitais e sustentabilidade potencializa o ensino de Química, tornando-o mais atrativo, crítico e alinhado às demandas educacionais atuais.	ade constitui um eixo estruturante para ressignificar o ensino de Química no Ensino Médio.
--	--	-----------------------	---	--

Fonte: Os autores (2026)

A aplicação da Análise de Conteúdo ocorreu em três etapas principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na etapa de pré-análise, foi realizada a organização do corpus, com a seleção dos estudos que atendiam aos critérios de inclusão e apresentavam relação direta com os objetivos da pesquisa. Nessa fase, também foram definidos os eixos orientadores da análise, considerando os principais temas recorrentes na literatura.

Na etapa de exploração do material, os textos selecionados foram lidos de forma aprofundada, com identificação de unidades de registro relacionadas às dificuldades do ensino de Química, ao uso de tecnologias digitais, às metodologias ativas, à sustentabilidade, à Química Verde, à contextualização com o cotidiano e às competências previstas na BNCC. A partir dessa leitura, foram organizadas categorias temáticas que permitiram agrupar os achados da literatura de maneira coerente e analítica.

As categorias de análise definidas foram: a) dificuldades no ensino de Química no Ensino Médio; b) inovação didática e metodologias ativas; c) tecnologias digitais como recursos facilitadores da aprendizagem; d) sustentabilidade e Química Verde no ensino de Química; e) contextualização da Química com o cotidiano dos estudantes; e f) articulação entre ensino de Química e competências da Base Nacional Comum Curricular. Essas categorias permitiram examinar de forma integrada os principais elementos que compõem a proposta investigada.

Na etapa de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, os dados extraídos da literatura foram analisados criticamente, buscando compreender de que forma a integração entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade contribui para a melhoria do ensino de Química. A interpretação foi realizada à luz do referencial teórico selecionado, estabelecendo relações entre os diferentes autores, identificando convergências, divergências e contribuições relevantes para o campo educacional.

Desse modo, a metodologia adotada permitiu construir uma análise teórica fundamentada e organizada, capaz de evidenciar o potencial das metodologias inovadoras, dos recursos digitais e da sustentabilidade para a promoção de uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e crítica no ensino de Química no Ensino Médio.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do corpus bibliográfico permitiu identificar que as dificuldades no ensino de Química no Ensino Médio não decorrem exclusivamente da complexidade dos conteúdos, mas da

combinação entre abstração conceitual, práticas pedagógicas tradicionais, baixa contextualização e pouca articulação entre teoria e realidade dos estudantes. Os estudos analisados indicam que a disciplina ainda é frequentemente trabalhada por meio de aulas expositivas, memorização de fórmulas, reprodução de conceitos e resolução mecânica de exercícios, o que limita o protagonismo discente e dificulta a aprendizagem significativa (Alves et al., 2025; Gaudêncio, 2025). Essa constatação dialoga com a percepção de que conteúdos como ligações químicas, estrutura molecular, interações intermoleculares e transformações da matéria exigem estratégias didáticas capazes de tornar visíveis fenômenos que ocorrem em níveis microscópicos e simbólicos (Steinert; Hardoim; Pinto, 2016; Siqueira; Nunes, 2024).

A triangulação entre os autores aponta que o problema central do ensino de Química está menos na natureza abstrata da ciência química e mais na forma como os conceitos são mediados pedagogicamente. Quando o ensino se restringe à transmissão de informações, os estudantes tendem a perceber a Química como uma disciplina distante, difícil e pouco relacionada à vida cotidiana. Nesse prisma, Souza (2021) destaca que o uso de tecnologias digitais pode contribuir para a superação desse distanciamento, desde que articulado a estratégias pedagógicas que promovam compreensão, interação e participação. Corroborando, Silva et al. (2017) demonstram que práticas experimentais de baixo custo aproximam o conteúdo da realidade escolar e favorecem a articulação entre teoria e prática. Assim, os dados analisados apontam que a dificuldade de aprendizagem não deve ser enfrentada apenas com maior exposição de conteúdos, mas com metodologias que tornem o conhecimento químico observável, aplicável e socialmente significativo.

Nesse sentido, a inovação didática emerge como eixo estruturante para a resignificação do ensino de Química. As metodologias ativas, como o ensino investigativo, a aprendizagem baseada em problemas, a sala de aula invertida, a experimentação orientada e a modelagem molecular, aparecem na literatura como estratégias capazes de deslocar o aluno da condição de receptor passivo para a posição de sujeito ativo na construção do conhecimento (Reis; Brito; Ruis, 2022; Pereira et al., 2024). Essa mudança é relevante porque permite que os estudantes formulem hipóteses, analisem evidências, testem explicações, resolvam problemas e relacionem os conceitos científicos a situações reais. Dessa forma, a inovação didática não se limita à adoção de técnicas diferenciadas, mas representa uma reorganização do processo educativo, na qual o professor atua como mediador e o estudante como protagonista da aprendizagem.

A análise também demonstra que as tecnologias digitais ocupam papel estratégico na mediação de conteúdos abstratos. Simuladores virtuais, aplicativos, vídeos, plataformas digitais e softwares de modelagem molecular ampliam as possibilidades de representação dos fenômenos químicos, permitindo ao estudante visualizar estruturas, interações e transformações que não poderiam ser observadas diretamente (Leite, 2021; Pascoin; Carvalho, 2024). Essa contribuição é especialmente importante em conteúdos que envolvem os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da Química. Ao possibilitar a manipulação de modelos, a simulação de experimentos e a visualização tridimensional de moléculas, os recursos digitais reduzem a distância entre o conceito teórico e sua representação concreta, favorecendo maior compreensão e retenção do conhecimento.

Contudo, os resultados também indicam que a tecnologia, por si só, não garante inovação pedagógica. Nessa ótica, Gaudêncio (2025) argumenta que os recursos digitais precisam estar vinculados a objetivos didáticos claros, planejamento pedagógico e mediação docente qualificada. Essa perspectiva é reforçada por Nascimento e Leite (2024), ao demonstrarem que o uso de tecnologias se torna mais efetivo quando articulado a metodologias ativas, como o Design Thinking, a resolução de problemas e a aprendizagem colaborativa. Dessa triangulação, infere-se que o potencial das tecnologias digitais depende de sua integração intencional ao currículo e às práticas de ensino. Quando utilizadas apenas como substituição da exposição oral ou como recurso ilustrativo, seu impacto tende a ser limitado; quando associadas à investigação, à problematização e à contextualização, tornam-se instrumentos de aprendizagem significativa.

Outro resultado relevante refere-se à inserção da sustentabilidade e da Química Verde como dimensões formativas no ensino de Química. Os estudos analisados indicam que a abordagem sustentável permite ampliar a função da disciplina, deslocando-a de um ensino meramente conceitual para uma formação crítica, cidadã e socioambiental (Sandri; Santin Filho, 2019; Pereira et al., 2024). A Química Verde, ao propor princípios como redução de resíduos, uso de substâncias menos tóxicas, prevenção da poluição e segurança nos processos químicos, oferece uma base pedagógica adequada para discutir problemas ambientais contemporâneos e relacioná-los aos conteúdos curriculares. Nesse sentido, Alves et al. (2025) apontam que tecnologias educacionais sustentáveis podem funcionar como instrumentos de inovação pedagógica, especialmente quando associadas à experimentação, à contextualização e ao desenvolvimento da consciência ambiental.

A experimentação de baixo custo aparece como uma estratégia de convergência entre inovação didática, sustentabilidade e cotidiano. Silva et al. (2017), Steinert, Hardoim e Pinto (2016), Santos, Lima e Vieira (2023) e Lima e Fernandes (2025) indicam que atividades com materiais acessíveis, indicadores naturais, substâncias domésticas e práticas sustentáveis podem tornar o ensino mais participativo e próximo da realidade dos estudantes. Exemplos como o uso do repolho roxo para identificação de pH, a análise de produtos de limpeza, a investigação de alimentos, a biodegradação de corantes e a simulação de processos químicos sustentáveis demonstram que é possível ensinar Química com rigor conceitual mesmo em contextos escolares com limitações estruturais. Essa constatação é relevante porque amplia a viabilidade pedagógica da inovação, mostrando que a ausência de laboratórios sofisticados não deve impedir a realização de práticas experimentais contextualizadas.

A relação da Química com o cotidiano constitui outro eixo central identificado na análise. Os autores convergem ao afirmar que a contextualização favorece o interesse dos estudantes, pois permite que eles reconheçam a presença da Química em situações como alimentação, medicamentos, cosméticos, combustíveis, produtos de limpeza, tratamento da água, descarte de resíduos e preservação ambiental (Silva et al., 2017; Santos; Lima; Vieira, 2023; Siqueira; Nunes, 2024). Essa aproximação atribui sentido ao conteúdo escolar e contribui para superar a percepção de que a disciplina se resume a fórmulas e nomenclaturas. Assim, a contextualização não deve ser compreendida apenas como uso de exemplos simples, mas como estratégia epistemológica e pedagógica que articula conhecimento científico, práticas sociais e problemas reais.

A triangulação entre cotidiano, tecnologias digitais e sustentabilidade demonstra que essas dimensões se fortalecem mutuamente. As tecnologias digitais favorecem a visualização e a simulação de fenômenos; a sustentabilidade fornece problemas reais e socialmente relevantes; e o cotidiano aproxima os conteúdos da experiência dos estudantes. Quando esses elementos são integrados, o ensino de Química torna-se mais significativo, pois permite que os alunos compreendam os conceitos e, ao mesmo tempo, reflitam sobre suas implicações sociais, ambientais e tecnológicas. Essa integração contribui para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, argumentação científica, autonomia, colaboração e tomada de decisão responsável (Reis; Brito; Ruis, 2022; Nascimento; Leite, 2024).

Os achados também se articulam às orientações da Base Nacional Comum Curricular, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de competências, à interdisciplinaridade, à cultura digital, à resolução de problemas e à formação cidadã. A BNCC orienta que o ensino de Ciências da Natureza promova a compreensão de fenômenos, a análise crítica de informações, a argumentação baseada em evidências e a atuação responsável diante de questões sociais e ambientais (Brasil, 2018). Nesse sentido, a literatura analisada confirma que a integração entre inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade está alinhada às competências propostas para o Ensino Médio, pois amplia a participação dos estudantes e relaciona o conhecimento químico a desafios contemporâneos (Pereira et al., 2024; Gaudêncio, 2025).

Entretanto, a efetivação dessa proposta exige atenção a algumas condições. A primeira refere-se à formação continuada dos professores, pois a adoção de metodologias ativas, recursos digitais e

práticas sustentáveis demanda domínio conceitual, planejamento didático e capacidade de mediação. A segunda envolve as condições estruturais das escolas, incluindo acesso à internet, equipamentos, materiais didáticos e espaços adequados para experimentação. A terceira diz respeito à necessidade de integração curricular, para que tecnologias, sustentabilidade e cotidiano não apareçam como elementos isolados ou eventuais, mas como princípios organizadores do ensino de Química. Sem essas condições, há o risco de que a inovação seja tratada apenas como discurso, sem transformação efetiva das práticas pedagógicas (Souza, 2021; Pascoin; Carvalho, 2024; Alves et al., 2025).

Com isso, os resultados indicam que a tríade inovação didática, tecnologias digitais e sustentabilidade apresenta potencial significativo para melhorar o ensino de Química no Ensino Médio. Essa integração favorece a superação de dificuldades associadas à abstração dos conteúdos, amplia o engajamento discente, fortalece a contextualização do conhecimento e contribui para a formação de estudantes críticos, conscientes e capazes de relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A discussão evidencia, portanto, que um ensino de Química mais eficaz não depende apenas da atualização de recursos, mas da reorganização das práticas pedagógicas em torno da participação ativa, da mediação docente qualificada e da articulação entre conhecimento científico e realidade social.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que as dificuldades no ensino de Química estão associadas não apenas à abstração dos conteúdos, mas também à permanência de práticas pedagógicas tradicionais, centradas na

memorização, na exposição oral e na baixa contextualização dos conceitos. Os achados evidenciam que metodologias ativas, como o ensino investigativo, a aprendizagem baseada em problemas, a sala de aula invertida, a experimentação de baixo custo e a modelagem molecular, favorecem maior participação dos estudantes, ampliam a compreensão de fenômenos químicos e aproximam a disciplina de situações concretas do cotidiano.

Além disso, constatou-se que as tecnologias digitais, quando utilizadas com intencionalidade pedagógica, potencializam a visualização de conceitos abstratos, tornam as aulas mais dinâmicas e fortalecem a autonomia discente. A sustentabilidade e a Química Verde, por sua vez, ampliam a função formativa da disciplina ao relacionar os conteúdos escolares a problemas ambientais, sociais e tecnológicos contemporâneos, em consonância com as competências previstas na BNCC.

Assim, recomenda-se, portanto, que o ensino de Química seja planejado de forma integrada, articulando inovação didática, recursos digitais, contextualização e práticas sustentáveis. Também se recomenda o investimento em formação continuada dos professores, melhoria das condições estruturais das escolas e desenvolvimento de propostas pedagógicas interdisciplinares, capazes de consolidar um ensino de Química mais crítico, significativo, inclusivo e alinhado às demandas educacionais atuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. M. S. et al. Tecnologias educacionais sustentáveis como instrumento de inovação pedagógica no ensino de Química. **Caderno Impacto em Extensão**, v. 5, n. 1, p. 1-2, 2025.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CHIU, W.-K. Pedagogy of emerging technologies in chemical education during the era of digitalization and artificial intelligence: a systematic review. **Education Sciences**, v. 11, n. 11, artigo 709, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11110709>

GAUDÊNCIO, J. S. Ensino de Química na era digital: inovações tecnológicas que redefinem a sala de aula. **Revista da FAEBA**, v. 34, n. 78, p. 168-190, 2025.

LEITE, B. S. Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de Química. **Debates em Educação**, v. 13, n. esp. 2, p. 244-269, 2021.

LIMA, A. G. B.; FERNANDES, A. C. Utilização de experimentos de baixo custo nas aulas de Química: análise da produção científica do ENEQ (2012–2023). **RECIMA21**, v. 6, n. 3, p. 1-13, 2025.

NASCIMENTO, R. M. F.; LEITE, B. S. Design Thinking como estratégia de ensino e aprendizagem em Química sustentável no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 24, p. 1-23, 2024.

PASCOIN, A. F.; CARVALHO, J. W. P. Tecnologias digitais no ensino de Química: com a palavra professores de uma escola pública. **Com a Palavra, o Professor**, v. 9, n. 23, 2024.

PEÑA-MARTÍNEZ, J.; LI, M.; CANO-ORTIZ, A.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, S.; ROSALES-CONRADO, N. Reimagining chemistry education for pre-

service teachers through TikTok, news media, and digital portfolios.

Applied Sciences, v. 15, n. 14, artigo 7711, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15147711>

PEREIRA, J. G. N. et al. Avanços e desafios da educação em Química Verde no Brasil: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Cocar**, v. 21, n. 39, p. 1-21, 2024.

REIS, I. S.; BRITO, W. D. O.; RUIS, L. S. Ensino de Química, tecnologias digitais e metodologias ativas: uma experiência na formação inicial de professores. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 6, n. 2, 2022.

REYES, R. L. Integrating real-world problems into chemistry curricula: enhancing relevance and student engagement. **Forum for Education Studies**, v. 3, n. 2, artigo 2177, 2025. DOI: <https://doi.org/10.59400/fes2177>

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO, O. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación Química**, v. 30, n. 4, p. 34-46, 2019.

SANTOS, L. C. S.; LIMA, M. L. S. O.; VIEIRA, R. B. Uma abordagem experimental da Química Verde para o ensino médio a partir da biodegradação de corantes. **Revista Semiárido de Visu**, v. 12, n. 1, p. 1-20, 2023.

SILVA, J. N. et al. Experimentos de baixo custo aplicados ao ensino de Química: contribuição ao processo ensino-aprendizagem. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2017.

SIQUEIRA, N. K.; NUNES, P. C. Novas tecnologias digitais no ensino de Química Orgânica. **ARACÊ**, v. 6, n. 4, p. 1-15, 2024.

SOUZA, L. D. Tecnologias digitais no ensino de Química: uma breve revisão das categorias e ferramentas disponíveis. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 13, 2021.

STEINERT, M. E. P.; HARDOIM, E. L.; PINTO, M. P. P. R. C. De mãos limpas com as tecnologias digitais. **Revista Sustinere**, v. 4, n. 2, p. 1-20, 2016.

¹ Especialista em Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. Faculdade Dom Alberto. Gurupi-Tocantins-Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-1575-2324>

² Especialista em Sociedade, Trabalho docente e Gestão Democrática. Universidade Federal do Tocantins (UFT). Tocantinópolis - Tocantins - Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

³ Especialista em Gestão de Segurança Pública. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. Palmas-Tocantins-Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-5009-580X>

⁴ Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia. Universidade Federal do Tocantins (UFT). Gurupi - Tocantins - Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2168-6860>

⁵ Mestre em Ciências Florestais e Ambientais. Instituição: Universidade Federal do Tocantins. Gurupi –Tocantins, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

⁶ Mestranda em Linguística e Literatura. Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). Araguaína, Tocantins, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-1000-4314>

⁷ Especialista em Docência e Alfabetização. Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS). Tocantinópolis - Tocantins - Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-3594-8934>

⁸ Doutorando em Ciências Florestais e Ambientais (UFT). Instituição; Universidade Federal do Tocantins. Palmas - Tocantins - Brasil. Email: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1964-620X>